

# **RELATIVIDAD ESPECIAL**

**Carrera:** Licenciatura en Astronomía

**Duración:** cuatrimestral

**Carga horaria:** 4 horas semanales de teoría, 2 horas semanales de prácticas

**Correlativas:** Álgebra Lineal, Física Moderna

Contenido temático:

## **PARTE I. NEWTON, MAXWELL Y EINSTEIN**

**Unidad 1: Postulados de la Teoría de la Relatividad.** Estudio conceptual de las leyes de Newton. Espacio y tiempo newtonianos. Transformación de Galileo. Principio de relatividad galileano. Leyes de Maxwell. Éter. Transformación de Lorentz. Principio de relatividad de la electrodinámica. Incompatibilidad entre la mecánica y el electromagnetismo. Postulados de Einstein.

## **PARTE II. PRIMER POSTULADO: CONSTANCIA DE $c$**

**Unidad 2: Cinemática relativista: espacio y tiempo.** Sistema de referencia inercial. Sincronización de relojes. Invariancia del intervalo. Transformación de velocidades. Aberración de la luz. Diagramas de Minkowski. Transformación entre sistemas inerciales. Cono de luz; pasado y futuro. Relatividad de la simultaneidad. Dilatación del tiempo. Efecto Doppler. Modelo de paradoja temporal: la paradoja de los gemelos. Invariancia de las longitudes transversales al movimiento. Contracción de las longitudes paralelas al movimiento. Distancia aparente. La forma de los objetos que se mueven. Modelo de paradoja espacial: la paradoja de la garrocha y el granero. Deformación de los cuerpos.

**Unidad 3: Dinámica relativista: masa, impulso y energía.** Conservación del impulso. No conservación de la masa. Equivalencia entre masa y energía. Masa en reposo como invariante del impulso y la energía. Transformación del impulso y la energía. Energía cinética. Aplicaciones: absorción total de fotones, efecto Compton, creación de pares.

**Unidad 4: Dinámica relativista: fuerza y aceleración.** Segunda ley de Newton relativista. Conservación del impulso. Aceleración relativista. Transformación de la fuerza y la potencia. Potencia invariante.

**Unidad 5: Dinámica relativista: electromagnetismo.** Carga y corriente. Invariante de carga. Corriente en conductores. Transformación de los campos eléctrico y magnético. El problema clásico del voltaje inducido y su solución relativista.

## **PARTE III. SEGUNDO POSTULADO: PRINCIPIO DE RELATIVIDAD**

**Unidad 6: Análisis tensorial en Relatividad Especial: tetravectores y 1-formas.** Tetravector relativista. Transformación de tetravectores entre sistemas inerciales. Tetravectores base. Magnitud y producto escalar en el espacio de Minkowski. Tetravectores posición, velocidad, impulso-energía, carga-corriente, y sus magnitudes invariantes. Sistema de referencia momentáneamente comóvil (SRMC). Tetraaceleración. Tetravectores y fotones. Ten-

tor  $(0,N)$ . Componentes. Tensores  $(0,1)$ : 1-formas y espacio dual. Componentes y transformación de 1-formas. Contracción de índices. Covarianza y contravarianza. 1-formas base. Gradiente de una función.

**Unidad 7: Análisis tensorial en Relatividad Especial: tensores generales.** Producto exterior. Tensores  $(0,2)$ : componentes y simetrías. Tensor métrico de Minkowski: asociación entre tetra vectores y 1-formas. Magnitud y producto escalar de 1-formas. 1-formas normales. Tensores  $(M,0)$ . Tensores  $(M,N)$ . Subir y bajar índices. Diferenciación de tensores. Segundo principio de la Relatividad: formas invariantes. Ejemplos.

#### **PARTE IV. PRELUDIO A LA RELATIVIDAD GENERAL: EL TENSOR DE ESFUERZOS EN RELATIVIDAD ESPECIAL**

**Unidad 8: Fluido sin presión: polvo.** Densidad numérica de partículas. Flujo. Tetra vector densidad-flujo. Densidad como flujo temporal. Flujos en términos de 1-formas. Tensor de esfuerzos en el SRMC y en otros sistemas inerciales.

**Unidad 9: Fluidos generales.** Tensor de esfuerzos. Simetría. Conservación del impulso y la energía. Conservación del número de partículas. Fluido perfecto. Tensor de esfuerzos en el SRMC y en otros sistemas inerciales. Leyes de conservación. Primer principio de la termodinámica. Ecuaciones de Euler tetradimensionales. Forma integral de las leyes de conservación.

Bibliografía básica:

- Resnick, R. *Introduction to special relativity*. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, EE.UU. (1968)
- Schutz, B. F. *A first course in general relativity*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, Reino Unido (1985).
- Shadowitz, A. *Special relativity*. Dover Publications Inc., Nueva York, EE.UU. (1988)
- Taylor, E. F. y Wheeler, J. A. *Spacetime physics*. W. H. Freeman & Co, Nueva York, EE.UU. (1992)